

13.06.03

#2

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

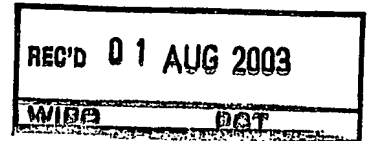
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 6 月 1 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 1 7 3 6 7 9
Application Number:

[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 2 - 1 7 3 6 7 9]

出 願 人 三 菱 電 機 株 式 会 社
Applicant(s):

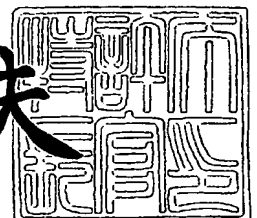


PRIORITY
DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2 0 0 3 年 7 月 1 1 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 540491JP01

【提出日】 平成14年 6月14日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01S 3/00

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 城所 仁志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社
社内

【氏名】 松原 真人

【特許出願人】

【識別番号】 000006013

【氏名又は名称】 三菱電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100102439

【弁理士】

【氏名又は名称】 宮田 金雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100092462

【弁理士】

【氏名又は名称】 高瀬 彌平

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011394

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

| | | |
|-----------|-----|---|
| 【物件名】 | 図面 | 1 |
| 【物件名】 | 要約書 | 1 |
| 【プルーフの要否】 | 要 | |

【書類名】 明細書

【発明の名称】 レーザ加工装置及び該加工装置の制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 レーザパルス出力を制御するための制御パラメータ設定に応じて指令パルス群を出力する制御手段と、

この指令パルス群を入力し、予め設定された設定値に基づき該指令パルス群のパルスを間引く間引き回路と、

この指令パルス群に応じて負荷に供給するパルス電力を発生させる電源手段と、

この電源手段より供給されたパルス電力により発生した放電によって、放電空間に満たされたレーザ媒体を励起させてレーザ光を発振させる発振器手段と、を備えたレーザ加工装置。

【請求項 2】 間引き回路による指令パルス群の規則的な間引きにより、電源手段におけるインバータ回路のスイッチング回数を変更することを特徴とする請求項 1 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 3】 インバータ回路のスイッチング周期を、放電電力の立上り立下り時定数及びレーザ出力の立下り時定数より早く設定することを特徴とする請求項 2 に記載のレーザ加工装置。

【請求項 4】 切り替え手段を備え、間引き回路による制御手段から出力される指令パルス群の間引きを設定することを特徴とする請求項 1 乃至 3 何れかに記載のレーザ加工装置。

【請求項 5】 レーザパルス出力を制御するための制御パラメータ設定に応じて指令パルス群を出力する制御手段と、この指令パルス群に応じて負荷に供給するパルス電力を発生させる電源手段と、この電源手段より供給されたパルス電力により発生した放電によって、放電空間に満たされたレーザ媒体を励起させてレーザ光を発振させる発振器手段と、を備えたレーザ加工装置において、

制御手段より出力される指令パルス群を規則的に間引くことにより、電源手段におけるインバータ回路のスイッチング回数を変更することを特徴とするレーザ加工装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、パルスレーザ発振をおこなうレーザ加工装置及び、レーザ発振に必要な放電を発生させるための電力を供給する電源装置の制御方法に関し、電源装置の容量を増やすことなくレーザパルス出力のパルス幅の使用範囲を大幅に拡大して、ガスレーザ加工装置の加工可能範囲を拡大するための技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

近年、プリント基板に代表される微細加工用として、出力のパルス幅が $1\mu\text{s}$ から数十 μs 程度のパルス発振をおこなうレーザ加工機の需要が増加し、実用化されてきた。

図9に従来のパルスレーザ発振をおこなうガスレーザ加工機（以下パルスレーザ発振器）の基本構成図を示す。

制御装置1から出力される指令パルス群2によってパルスレーザ発振器用電源装置3（たとえば、三相整流回路4とインバータ回路5と昇圧トランス6等で構成）をコントロールし、その結果、レーザ媒体（混合ガス）で満たされた放電空間7に電力が供給されることによって放電が生じ、放電によって励起されたレーザ媒体が共振器8（電極9と部分反射鏡10と全反射鏡11によって構成）によってレーザ光12となって出力される構成となっている。

【0003】

具体的には、制御装置1から指令パルス群2が出力されると、これに対応してインバータ回路5が動作し、三相整流回路4で整流された直流電力を交流電力に変換して、昇圧トランス6により放電に必要な電圧に昇圧される。

ここで、工業用として使用されるガスレーザ加工機（例えば炭酸ガスレーザ加工機）で使用する電源装置では、レーザ媒体を励起する放電を発生させるために供給する交流電力は、一般的には、電極への印加電圧（以下、放電電圧）が数kV、放電時に流れる電流（以下、放電電流）ピークが十数A、放電時の交流周波

数（以下、放電周波数）はおおよそ数百kHz以上であり、パルスレーザ発振器の場合、制御装置1からの指令パルス群2に対応して、図10のように、放電空間に供給される交流電力（交流成分の数は、インバータ回路5のスイッチング回数Nに等しい）、レーザ出力が出力される。

なお、このように、放電を生じさせるための電力を放電電力と本明細書では定義する。

そして、このようにして出力されたレーザパルス出力の1パルス1パルスが、加工対象物に照射されて加工がおこなわれる。

【0004】

次に、指令パルス群2を出力する制御装置1について詳述する。

プリント基板など微細加工用のパルスレーザ加工機では、加工する加工物の材料や加工方法によって最適なパルスエネルギー値が求められており、それにあわせて例えば図11に示されるように、パルスレーザ発振器のレーザ出力をコントロールするおもな制御パラメータである、レーザパルス出力のピーク値を示すピーク出力、レーザパルスが出力される周波数を示す繰り返しパルス周波数、レーザパルス出力のパルス幅を示すパルス幅等の制御パラメータの値がそれぞれ決定される。

なお、これら制御パラメータは、適宜設定可能であり、設定したパラメータに応じて指令パルス群2が出力される。

制御装置1では、これら制御パラメータにより加工に必要なレーザパルス出力が得られるように指令パルス群2を出力するよう加工機のシステムが設計されている。

【0005】

電源装置3では、加工に必要なレーザパルスエネルギーを得るため、制御装置1で設定された制御パラメータに基づき出力された指令パルス群2により、ピーク出力を制御するために放電電力のピークをコントロールし、繰り返しパルス周波数を制御するために指令パルス群2の周波数をコントロールし、パルス幅を制御するためにインバータ回路5のスイッチング回数（以下、スイッチング回数）の増減をコントロールする。

【0006】

ここで、放電電力のピークは、おもに電極9に印加する放電電圧と、電極間に生じる放電によって流れる放電電流のピークによって決定されることから、放電電力のピークを制御するために、放電電圧を制御したり、例えば、PWM制御によってインバータ回路5をコントロールすることで放電電流ピークを制御する方法が用いられる。

【0007】

繰り返しパルス周波数は、一秒間あたりに照射するレーザパルスの数であり、制御装置から出力される指令パルス群の一秒間あたりの数である。

ここで、繰り返しパルス周波数は、先に述べた放電周波数（すなわち、インバータ回路5のスイッチング周波数）に対して十分小さく、たとえば放電周波数が先に述べたとおり数百kHz以上であるのに対して、繰り返しパルス周波数は最大でも数kHz程度であることが一般的である。

【0008】

パルス幅は、指令パルス群1つに対応してインバータ回路によって出力される放電電力のパルス群のパルス数によって決定する。たとえば図10のようにパルス幅 t のレーザパルス出力に対して、パルス幅を2倍($2t$)に伸ばしたい場合、図12のようにインバータ回路のスイッチング回数 N を2倍($2N$)にすることでレーザパルス幅が2倍($2t$)となる。

【0009】

次に、パルスレーザ発振器から出力されるパルスレーザのピーク出力とパルス幅の関係を図13に示す。

なお、ピーク出力×パルス幅で表される面積がレーザ出力1パルス当たりのエネルギーを示している。

レーザ発振器の共振器部分を構成する全反射ミラーと部分反射ミラー（図9）の耐光強度の仕様によってレーザ出力1パルス当たりのエネルギーの上限が決まっている。

そのため、パルス幅を t_1 から t_2 に広げようとする場合、ピーク出力一定のままパルス幅を t_1 から t_2 に伸ばすと、レーザ出力1パルス当たりのエネルギー

($= p_1 \times t_2$) がミラーの耐光強度限界を超えてしまい、ミラーの焼損を引き起こす可能性があることから、単純にパルス幅を伸ばすことができず、このような場合はピーク出力を p_1 から p_2 に下げる必要がある ($p_1 \times t_1 = p_2 \times t_2$)。

このようにピーク出力を変化させる場合、電極に印加する放電電圧を変化させる方法が一般的であるが、放電電圧や放電電流が電源装置の定格に対して大きくなると、電源装置に対する負荷が大きくなり、逆に放電電圧が小さくなると、放電が不安定（放電発生が困難）となるため、通常、印加電圧の変化幅は定格電圧の約 1 割程度である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

現在、レーザ加工機による微細加工における加工材料や加工の種類も多様化しており、ポリイミド系樹脂のようにレーザ照射時間が短い（すなわち、パルス幅が小さい）方が良質な加工が得られるものや、ガラス繊維を含むガラスエポキシ材のように比較的レーザ照射時間が長い（すなわち、パルス幅が長い）方が良質な加工が得られる場合があるため、パルス幅を大幅に変化させることのできるパルスレーザ加工機が切望されている。

しかしながら、従来のガスレーザ加工機用電源装置の制御方法は、印加電圧の変化幅が少ないことから、ミラーの耐光強度限界を超えずに効率よく放電を発生させるにはパルス幅の変化を制限しなければならず、大幅にパルス幅を変化させる（たとえば、 $1 \mu s$ 以下から数百 μs への変化）ことが困難であった。

なお、耐光強度限界の高いミラーを用いることはその費用対効果の面から有効でないことは明らかである。

【0011】

また、パルス幅のコントロールについて、電源装置 3 におけるインバータ回路 5 のスイッチング回数を N とするとき、図 8、図 10 からわかるように、レーザ出力のパルス幅 t は、

$$t \propto N$$

で表され、パルス幅を増加させるためには、スイッチング回数 N を増加させる必

要がある。

しかしながら、スイッチング回数 N を増加させると、それに比例して電源装置に使用している半導体素子のスイッチング損失が増加し、結果、電源装置の発熱が増加してしまう問題が生じる。

この場合、電源装置の冷却機構の増設や、素子や回路の並列数を増やす等の電源装置自体の容量を増やす必要があり、その結果、装置自体の構成が大型のものにならざるを得ず、コスト面はもちろん、機械の設置スペース面からも不利なものとなる。

【0012】

本発明は、係る課題を解決するためにさされたものであり、パルスレーザ発振をおこなうレーザ加工機において、スイッチング回数の増加による電源装置の発熱を避けつつ安価にパルス幅を大きく変化させることができるレーザ加工装置を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るレーザ加工装置は、レーザパルス出力を制御するための制御パラメータ設定に応じて指令パルス群を出力する制御手段と、この指令パルス群を入力し、予め設定された設定値に基づき該指令パルス群のパルスを間引く間引き回路と、この指令パルス群に応じて負荷に供給するパルス電力を発生させる電源手段と、この電源手段より供給されたパルス電力により発生した放電によって、放電空間に満たされたレーザ媒体を励起させてレーザ光を発振させる発振器手段と、を備えたものである。

【0014】

また、間引き回路による指令パルス群の規則的な間引きにより、電源手段におけるインバータ回路のスイッチング回数を変更するものである。

【0015】

また、インバータ回路のスイッチング周期を、放電電力の立上り立下り時定数及びレーザ出力の立下り時定数より早く設定するものである。

【0016】

さらに、切り替え手段を備え、間引き回路による制御手段から出力される指令パルス群の間引きを設定するものである。

【0017】

また、本発明に係るレーザ加工装置の制御方法は、レーザパルス出力を制御するための制御パラメータ設定に応じて指令パルス群を出力する制御手段と、この指令パルス群に応じて負荷に供給するパルス電力を発生させる電源手段と、この電源手段より供給されたパルス電力により発生した放電によって、放電空間に満たされたレーザ媒体を励起させてレーザ光を発振させる発振器手段と、を備えたレーザ加工装置において、制御手段より出力される指令パルス群を規則的に間引くことにより、電源手段におけるインバータ回路のスイッチング回数を変更するものである。

【0018】

【発明の実施の形態】

実施の形態1.

図1は、本発明の実施の形態を示す基本構成図である。

図において、1はピーク出力設定、繰り返しパルス周波数設定、パルス幅設定の制御パラメータに基づき、指令パルス群2を出力することによりレーザ発振を制御する制御装置、3は三相整流回路4とインバータ回路5と昇圧トランス6等で構成されるパルスレーザ発振器用電源装置、4は商用の三相電源をサイリスタ等を用いて全波整流することによって直流に変換しする三相整流回路、5はレーザ出力を得るために必要な放電を発生させるために高周波の交流に変換するインバータ回路5、6は放電可能な電圧に昇圧する昇圧トランス6、7はレーザ媒体（混合ガス）で満たされた放電空間、8は電極9と部分反射鏡10と全反射鏡11によって構成される共振器、12は出力されるレーザ光、13はパルス幅指令に応じて出力された指令パルス群2を間引く間引き回路である。

【0019】

次に、全体の概略動作について説明する。

制御装置1で設定されたパルス幅指令に応じて出力された指令パルス群2は、間引き回路13に入力し、所定量パルスの間引き回路13によって間引きを行い

、電源装置 3 に送る。

そして、間引かれた指令パルス群により、インバータ回路 5 が動作し、三相整流回路 4 で整流された直流電力を交流電力に変換して、昇圧トランス 6 により放電に必要な電圧に昇圧することにより供給電力をコントロールし、その結果、レーザ媒体で満たされた放電空間 7 に電力が供給されることによって放電が生じ、放電によって励起されたレーザ媒体が共振器 8 によってレーザ光 12 となって出力され、出力されたレーザパルス出力の 1 パルス 1 パルスが、加工対象物に照射されて加工がおこなわれる。

【0020】

次に、間引き回路 13 について詳述する。

本実施の形態では、従来の課題を解決すべく、スイッチング回数を増やさずにパルス幅を大幅に増やすため、図 2 に示すように供給するパルス電力の交流成分を一定数一定間隔で間引くものである。

例えば、スイッチング回数 N でパルス幅 t のパルスについて、パルス幅を 2 倍に増やす場合を考えると、通常はパルス幅 2 倍であるから、スイッチング回数 N も 2 倍となる（図 10 参照）。

しかし、図 8 のように、制御装置 1 よりスイッチング回数 $2N$ で出力された指令パルス群 2 を、例えば 1 パルスおきに 1 パルスずつパルスを間引くことにより、スイッチング回数は N のままパルス幅を 2 倍にすることができる。

【0021】

この間引き回路 13 は、図 3 の如くフリップフロップおよびカウンタ回路から成る一般的な論理回路により構成される。

制御装置 1 より出力された指令パルス群 2 が V_{IN} より入力されることによって、間引きをおこなったパルス信号が V_{OUT} から出力される。

指令パルス群 2 に対応して間引き回路 13 より出力された間引きパルスが、インバータ回路 5 に入力されることによって、インバータ回路 5 によって発生する電源装置から供給されるパルス電力の交流成分も間引かれた状態で出力される。

なお、例ではパルスを 1 つおきに間引く回路を挙げているが、パルスを間引く間隔によって放電電流ピークおよびレーザパルス出力ピークが変化するため、レー

が発振器を構成する共振器ミラーが許容するレーザパルス出力ピークなどを考慮して、何パルスおきにパルスを間引くかを決定する。

【0022】

また、使用するパルス幅に応じて、間引き数を切り替える機能を備える場合の回路例を図4に示す。

図4では、使用するパルス幅によって2つのモードを設け（たとえば、間引きをおこなわない場合をショートモード、2パルス毎に1パルス間引く場合をロングモードと設定）、パルス幅の設定によって自動的に制御装置1がどのモードかを識別して、制御装置1がモードセレクト信号を出力することによりパルスの間引き数を切り替えてパルス信号をVOUTから出力する構成となっている。

ここで、モードセレクト信号とは、制御装置1に設定されたパルス幅の値によって制御装置1から間引き回路13中のマルチプレクサ14へ出力される論理信号（HあるいはL）であり、例えば、制御装置1へのパルス幅設定が $1\sim 20\mu\text{s}$ の場合はショートモード（間引きを行わない）とし、モードセレクト信号は論理Lが制御装置1から間引き回路13へ出力され、その結果、マルチプレクサ14によって入力信号（＝指令パルス群2）が選択され、間引き回路13からインバータ回路5へ出力される。

これに対し、パルス幅設定が $20\mu\text{s}\sim 40\mu\text{s}$ の場合はロングモード（2パルス毎に1パルス間引く）として、モードセレクト信号は論理Hが制御装置1から間引き回路13へ出力され、その結果、マルチプレクサ14によって間引かれた結果の指令パルス群が選択され、間引き回路13からインバータ回路5へ出力される。

【0023】

このようにして、間引かれた状態のパルス電力を発振器部分に供給することによって、スイッチング回数Nを増加させることなくレーザパルス出力のパルス幅を大幅に拡大することができる。

そのため、電源装置3の容量を増やす必要もなく、また、電源装置に使用している半導体素子のスイッチング損失の点からも電源装置の発熱の増加を防止でき、装置自体の構成を小型かし、コスト面はもちろん、機械の設置スペース面からも

有利となる。

【0024】

ただし、このようにパルスの間引きによってパルス幅の制御を実施する場合、電源装置3のスイッチング周期が、放電電力の立上り立下り時定数及びレーザ出力の立上り立下り時定数よりも早く設定されていることが必要である。

ここで、放電電力の立上がり時定数とは、放電電力が所望のピーク値に達するまでに要する立上り時間をさし、放電電力の立下り時定数とは、放電電力がピーク値から電力0になるまでに要する立下り時間をさす。

また、レーザ出力の立下り時定数とは、レーザ出力が所望のピーク値に達するまでに要する立上り時間或いはピーク値からレーザ出力0になるまでに要する立下り時間をさす。

【0025】

放電電力の立上り立下り時定数よりも電源装置のスイッチング周期が早く設定されていなければならないのは、以下の理由による。

例えば、図5のように電源装置のスイッチングによって放電電力が完全に立ち上がるまで4回のスイッチングを要するとすると、最初のスイッチングによって立ち上がる放電電力 $P_0(t=t_1)$ は、放電電力のピーク P よりも小さく ($P_0(t=t_1) < P$)、2番目のスイッチングの間引くことによって、3番目のスイッチングで立ち上がる放電電力は、本来、間引きを行わない場合の放電電力のピーク $P_0(t=t_3)$ よりも小さく $P_1(t=t_3)$ となる ($P_1(t=t_3) < P_0(t=t_3)$)。

この関係は、3番目のスイッチング時 ($t=t_3$) の放電電流ピークに限らず、放電中全般において成り立つ ($P_1(t) < P_0(t)$)。

同様に、最初のスイッチング後、2番目、3番目の2つのパルスの間引く場合 (図6 (a) 参照) を考えると、4番目のスイッチングで立ち上がる放電電力ピーク $P_2(t=t_4)$ は、1つおきにパルスの間引いた場合の放電電力ピーク $P_1(t=t_4)$ よりも小さくなり ($P_2(t=t_4) < P_1(t=t_4)$)、放電中全般において $P_2(t) < P_1(t)$ が成り立つ。

以下、3つ以上連続でパルスの間引く場合も同様の考え方が適用される。

ただし、放電電力のピークの最小値は、最初のスイッチングで得られる放電電力

ピーク $P_0(t=t_1)$ であり、 $P_n(t)=P_0(t=t_1)$ となる間引きパルス数 n が間引きパルス数の限界値である。

【0026】

また、2回のスイッチング後1パルス分を間引く場合（図6（b）参照）も、上記と同様の考え方が適用される。

2回の通常スイッチング後、3番目のスイッチングを間引くことで4番目、5番目のスイッチングで立ち上がる放電電力ピーク $P_3(t=t_4)$ 、 $P_3(t=t_5)$ は、本来、間引きを行わない場合の放電電力のピーク $P_0(t=t_4)$ 、 $P_0(t=t_5)$ よりも小さくなるが、2回連続でスイッチングした分だけ放電電力ピークは1つおきにパルスを間引いた場合の放電電力ピーク $P_1(t=t_4)$ 、 $P_1(t=t_5)$ よりも大きくなる。

同様に、3回以上のスイッチング後、パルスを間引く場合も同様の考え方が適用される。

すなわち、一般に、パルスの間隔＝間引きパルス数を多くするほど放電電力ピークが小さくなり、逆に、連続するパルスが多いほど放電電力ピークが大きくなる。ただし、いずれの間引き方法の場合も、間引きを行わない場合の放電電力ピーク $P_0(t)$ よりも放電電力ピークは小さくなり、放電電力ピークが抑制される効果を得ることができる。

【0027】

これは、レーザパルス出力は放電電力に略比例するため、放電電力の交流成分を間引くことによって、レーザパルス出力エネルギーのピークが抑制されたことを意味し、先述した問題、すなわち、レーザパルス幅を拡大することによってレーザパルス出力エネルギーが増大し、共振器ミラーの耐光強度限界を超えてしまう問題に対して非常に有効である。

【0028】

また、レーザパルス出力の立下り時定数よりも、電源装置のスイッチング周期を早く設定することによって、図7のように、レーザパルス出力が立ち下がり切る前につぎのスイッチングを実施するため、レーザパルス出力は途中で下がりきることなく、連続した1つのパルスとして出力される。

これにより、レーザパルス出力のパルス幅を拡大する効果を得る。

【0029】

一例をあげるならば、放電電力の立上り立下り時定数が $2\mu\text{s}$ 程度、レーザ出力の立下り時定数が $5\mu\text{s}$ 程度であれば、スイッチング周波数を2MHz以上（スイッチング周期 $0.5\mu\text{s}$ 以下）に設定すればよい。

【0030】

なお、パルス幅の設定数値が大きいときにパルス幅の指令に応じて指令パルス群を間引く方法について、間引き回路13によるハードウェアにてパルスの間引く回路を示しているが、入力されるパルスに対して、決められた数の間引き処理を制御装置内で処理（すなわち、ソフトウェアにて処理）して間引きをおこなった結果の指令パルス群として出力してもよく、とくに方法を本発明に示した方法に限定するものではない。

【0031】

また、間引くパルス数および割合については、所望のパルス幅やレーザパルス出力エネルギーの大きさ、あるいは電源装置のスイッチング回数の限界（すなわち、電源装置の発熱量の限界）に応じて決定するため、一様ではなく、例に挙げたものに限定しない。

【0032】

次に、実際のレーザ出力をコントロールするために設定する制御パラメータの設定画面例を図8に示す。

図8では、設定するパルス幅に応じて指令パルスの間引く設定を変化させるため、間引き数を設定するパルス幅モードの項目を設けて、設定するパルス幅に応じて間引きを行わないショートモード或いは間引きを行うロングモードを設定する。

これに応じて、先述のモードセレクト信号が制御装置から間引き回路へ出力され、指令パルス群に対して間引きをおこなうか、おこなわないかが選択される。

なお、それらモードの切り替えは、先述の通り、設定されたパルス幅によって制御装置1が自動的に切り替えても良いため、必ずしも設定項目としても受ける必要はない。

本構成の場合、制御装置から出力される指令パルス群の間引きの有無によって自動的に供給電力のピーク出力が増減するため、ピーク出力の設定は一定値でもよいので、ピーク出力の設定項目は必ずしも必要ではない。

ただし、放電電圧の増減等によってレーザパルス出力エネルギーを微調整する場合はこの限りではない。

【0033】

本実施の形態によれば、制御装置から出力された指令パルス群によって電源装置より供給されるパルス電力の交流成分を一定数一定間隔で間引くことによって、スイッチング回数を増やすことなく、使用できるレーザ出力のパルス幅を大幅に伸ばすことができる。

また、レーザパルス出力のピーク出力とパルス幅を同時にコントロールできるようにすることでパルスレーザ発振器の制御が従来よりも容易となる効果を奏する。

また、制御装置から出力された指令パルス群によって電源装置より供給されるパルス電力の交流成分を間引く数を切り替える機能を付加することによって、従来と同じ電源容量にて、パルスレーザ発振器の使用範囲を従来よりも拡大することができる効果を奏する。

【0034】

なお、本実施の形態では、指令パルス群を間引き回路13により間引くことにより、電源装置3から供給されるパルス電力の交流成分を一定数一定間隔でパルスを間引き、放電発生に十分な放電電圧を保ったまま、レーザパルス幅を大幅に伸ばすことができるようにしたが、指令パルス群の間引きではなく、電源装置3内部の制御によりパルス電力の交流成分を一定数一定間隔でパルスを間引いてもよい。

また、(約 $1\mu\text{s}$ から数十 μs)で使用する場合と、供給するパルス電力の交流成分を一定数一定間隔でパルスを間引くことによってスイッチング回数を増やすことなく数十 μs から数百 μs までパルス幅を伸ばして使用する場合とを、加工条件に応じて切り替えることができる装置を備えることによって加工可能範囲を従来よりも拡大することができる。

【0035】

【発明の効果】

本発明によれば、放電発生に十分な放電電圧を保ったまま、レーザパルス幅を大幅に伸ばすことができる

また、スイッチング回数の増加による電源装置の発熱を避けつつ安価にパルス幅を大きく変化させることができる。

また、加工条件に応じて切り替えることによって加工可能範囲を従来よりも拡大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施例に基づくパルスレーザ発振器の基本構成図である。

【図2】 本発明の実施例に基づくパルスレーザ発振器の、パルス幅指令 $2t$ の場合の制御装置からの指令パルス群出力波形と、それに対応する放電電力波形と、それに対応するレーザパルス出力波形図である。基本構成図である。

【図3】 本発明の実施例に基づく、間引き回路の回路構成例の図である。

【図4】 本発明の実施例に基づく、間引きパルスの数を切替える機能を有する場合の間引き回路の回路構成例の図である。

【図5】 電源装置のスイッチング周期と放電電力の立上がり時定数の関係に基づく放電電力波形とレーザパルス出力波形図である。

【図6】 電源装置のスイッチング周期と放電電力の立上がり時定数の関係に基づく放電電力波形である。

【図7】 電源装置のスイッチング周期と放電電力の立上がり時定数の関係に基づく放電電力波形とレーザパルス出力波形図である。

【図8】 本発明の実施例に基づく制御装置設定画面とその結果出力される指令パルス群である。

【図9】 従来のパルスレーザ発振器の基本構成図である。

【図10】 従来における、パルス幅指令 t の場合の制御装置からの指令パルス群出力波形と、それに対応する放電電力波形と、それに対応するレーザパルス出力波形図である。

【図 1 1】 従来の制御装置の設定画面例と、その結果出力されるピーク出力指令と指令パルス群波形図である。

【図 1 2】 従来における、パルス幅指令 2 t の場合の制御装置からの指令パルス群出力波形と、それに対応する放電電力波形と、それに対応するレーザーパルス出力波形図である。

【図 1 3】 パルスレーザー発振器におけるパルス幅とレーザーピーク出力との関係を示した図である。

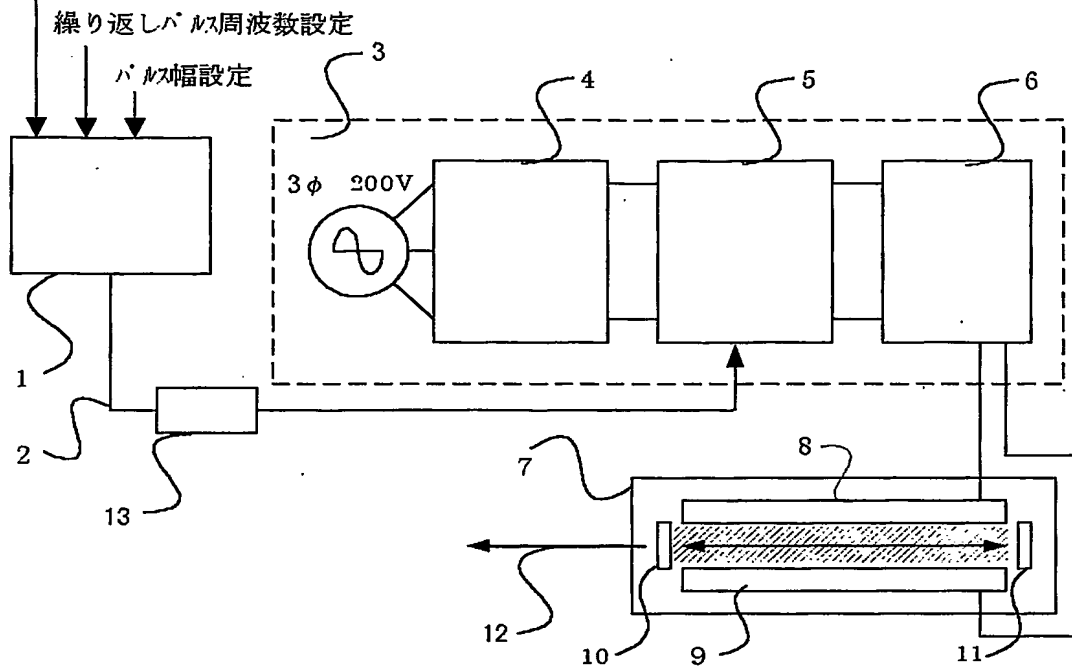
【符号の説明】

1 制御装置、2 指令パルス群、3 電源装置、4 三相整流回路、5 インバータ回路、6 昇圧トランス、7 共振器、8 放電空間、9 電極、10 部分反射鏡、11 全反射鏡、12 レーザ光、13 間引き回路。

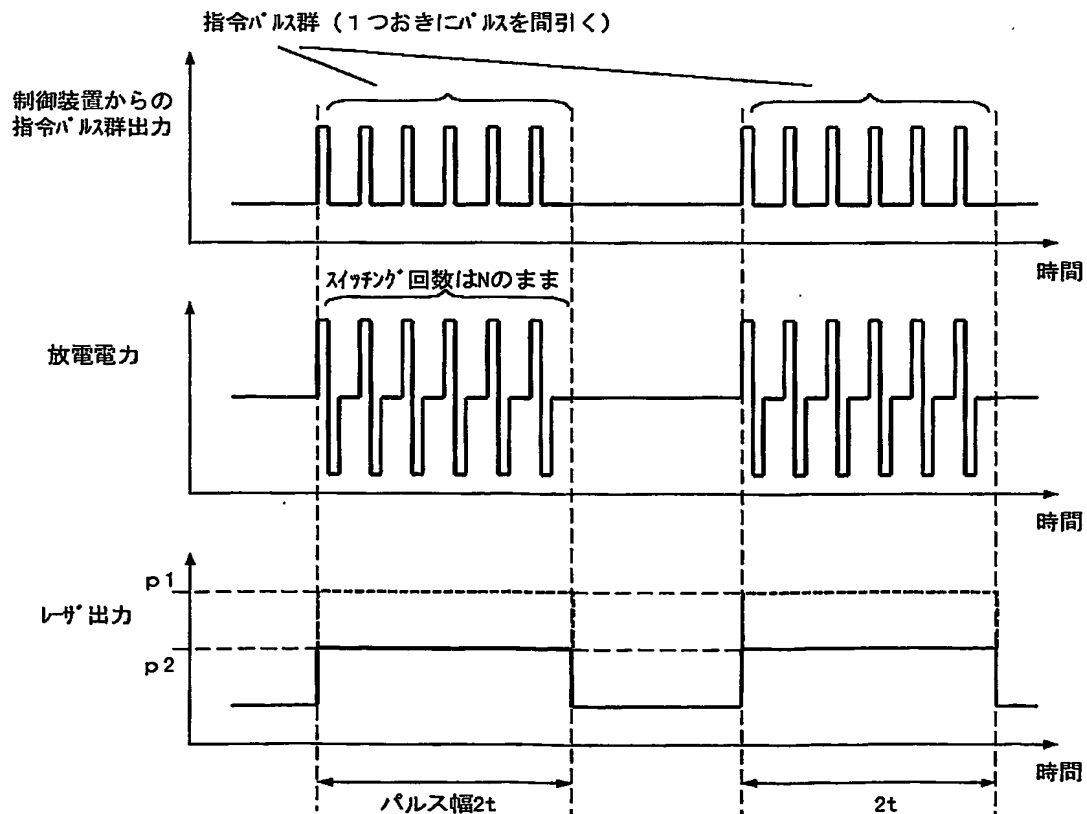
【書類名】 図面

【図 1】

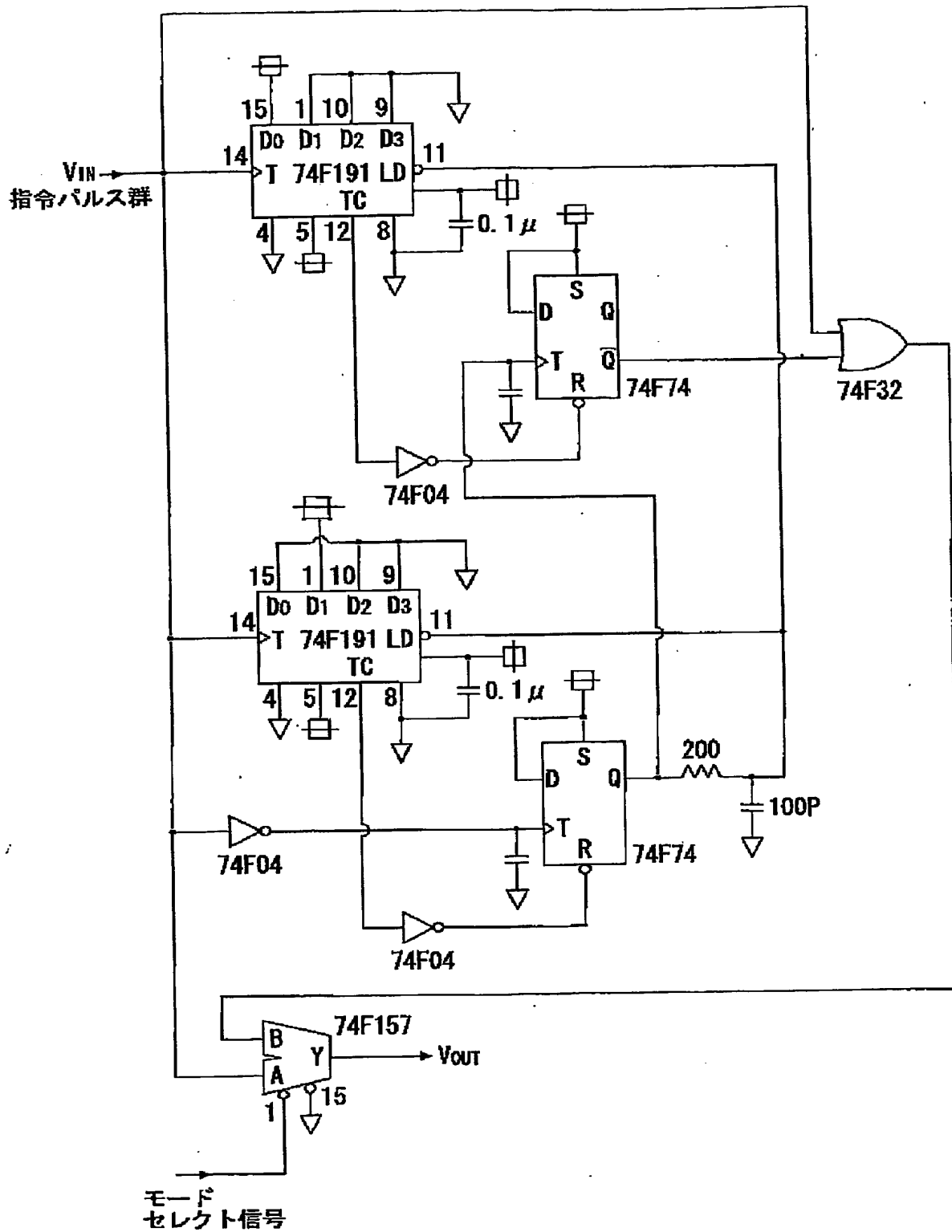
ピーク出力設定



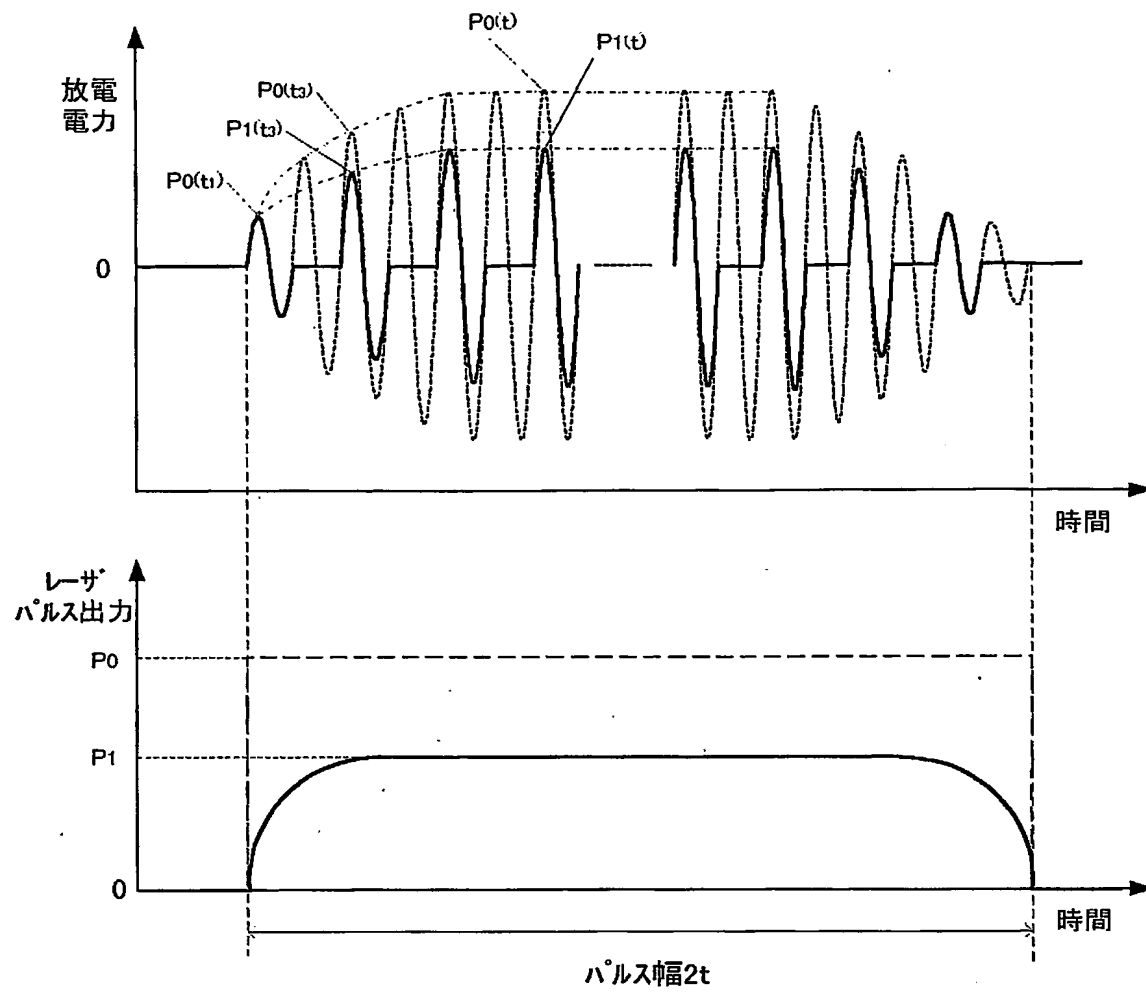
【図 2】



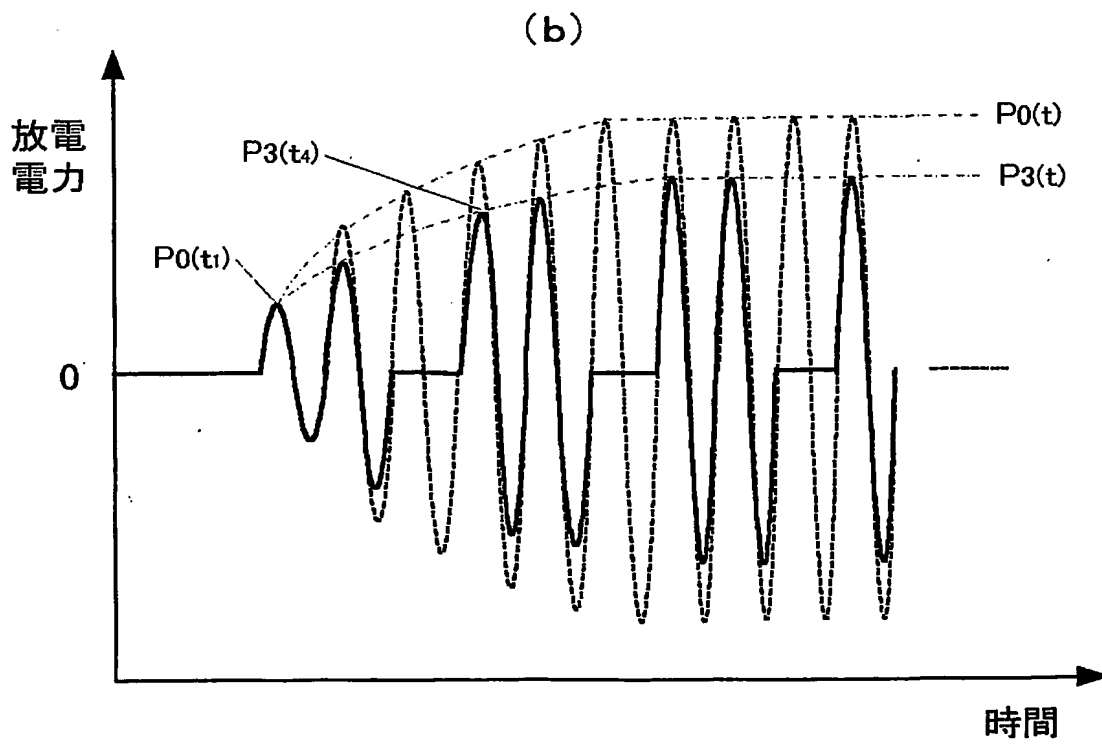
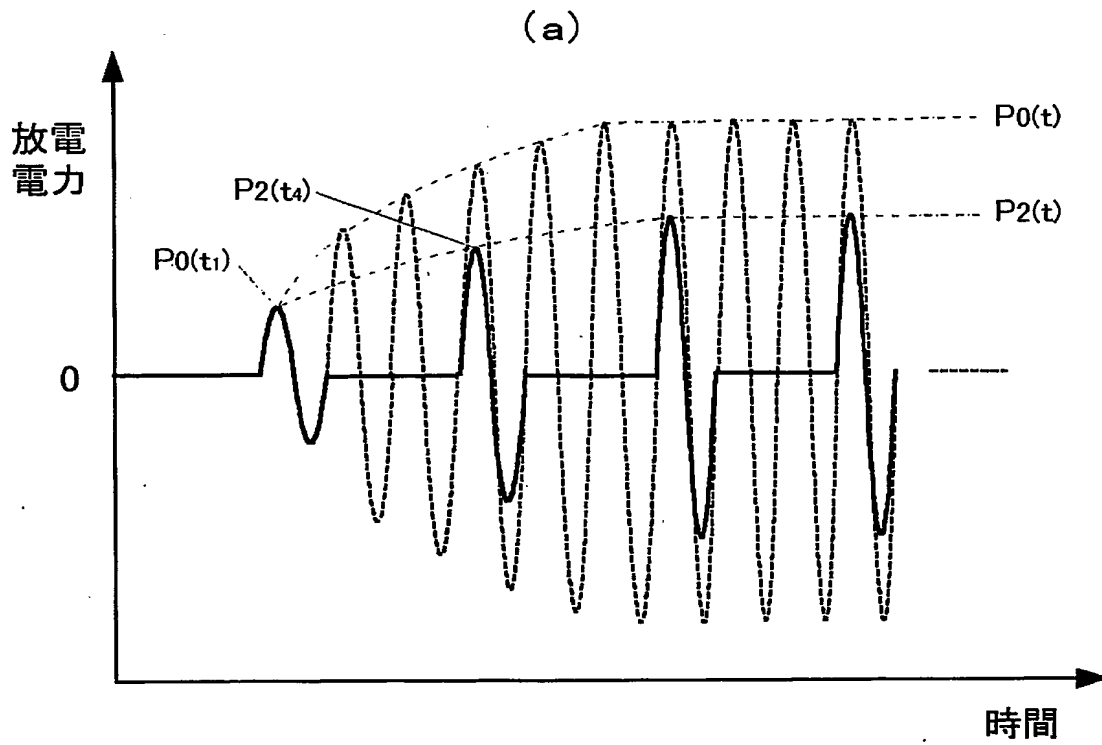
【図 4】



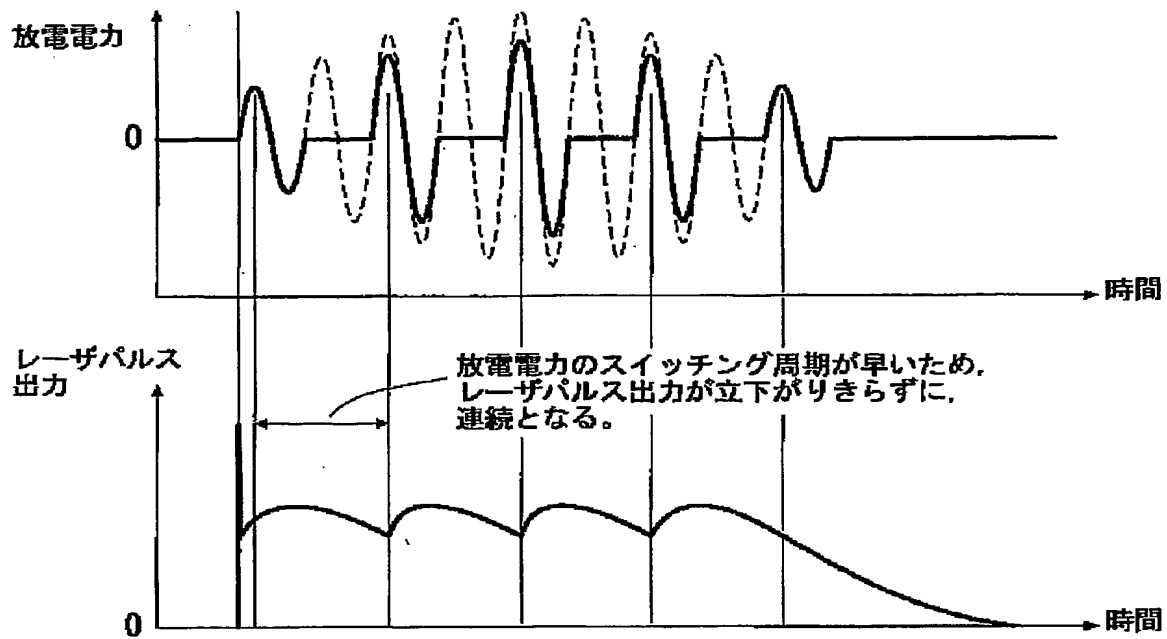
【図 5】



【図 6】



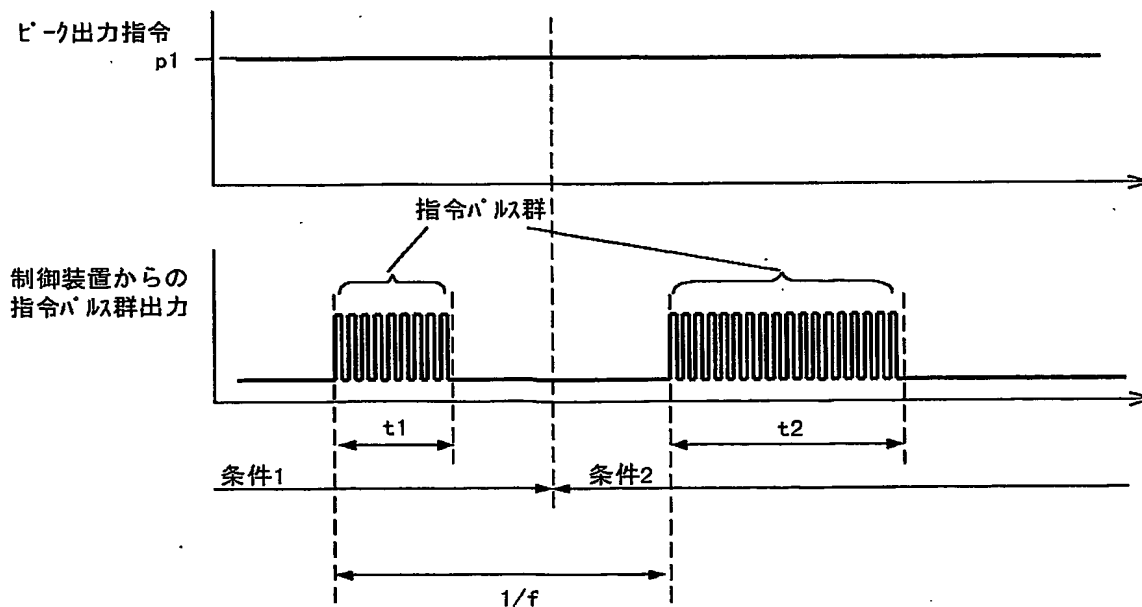
【図 7】



【図 8】

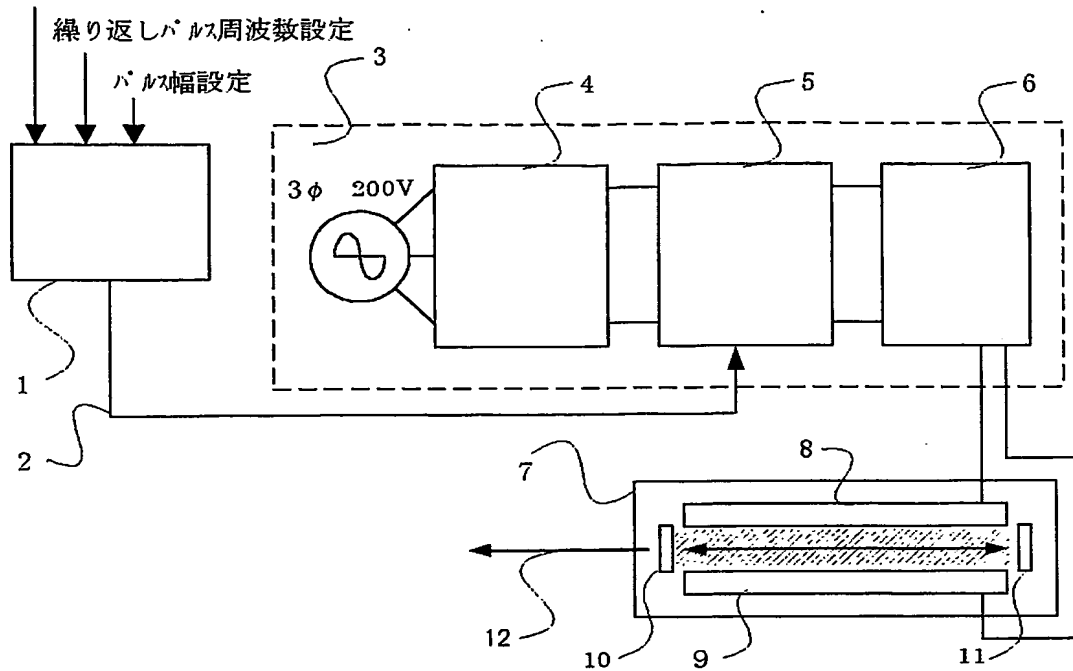
制御パラメータ設定例

| | ピーク出力 | 繰り返しパルス周波数 | パルス幅 | パルス幅モード (間引き数設定) |
|-----|-------|------------|------|---------------------|
| 条件1 | p1 | f | t1 | ショートモード |
| 条件2 | p2 | f | t2 | ロングモード |

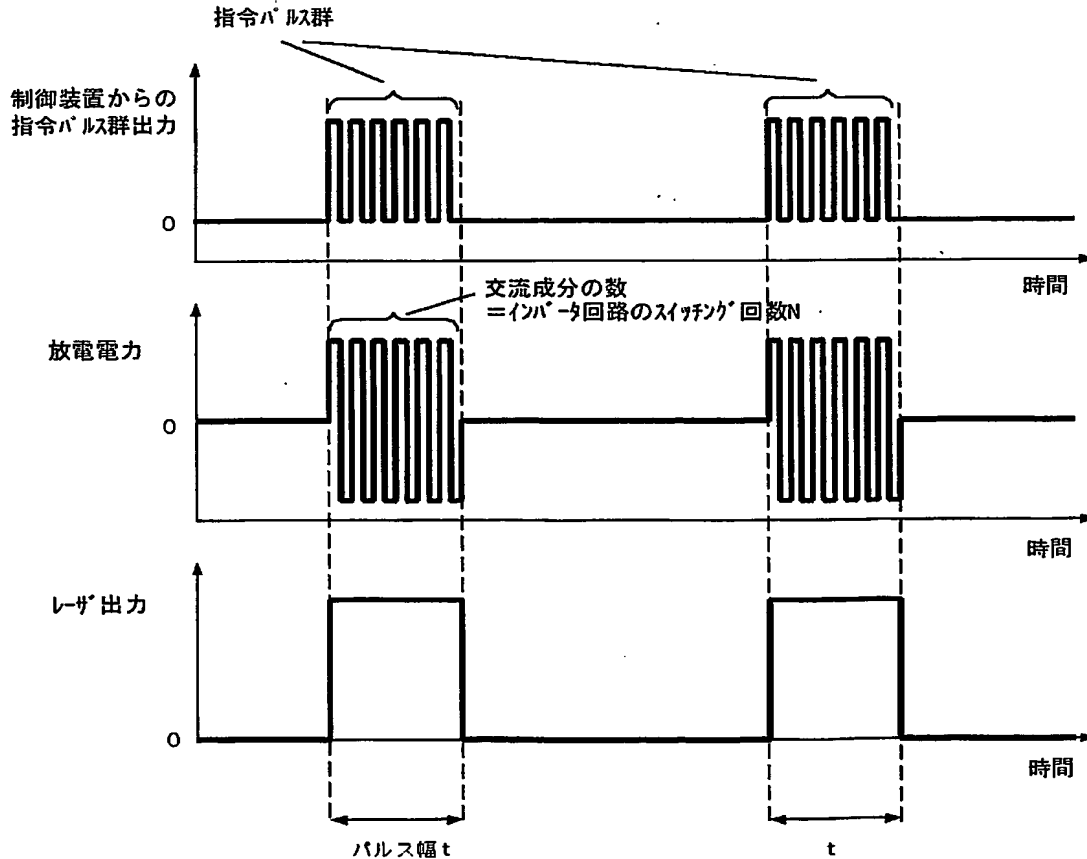


【図 9】

ピーク出力設定



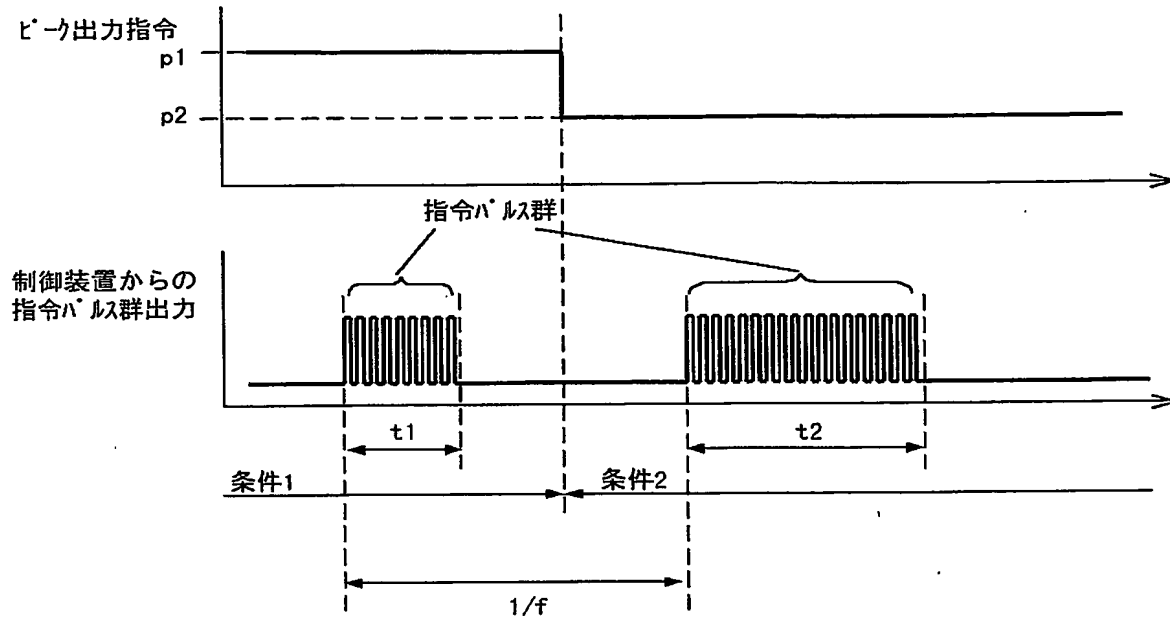
【図 10】



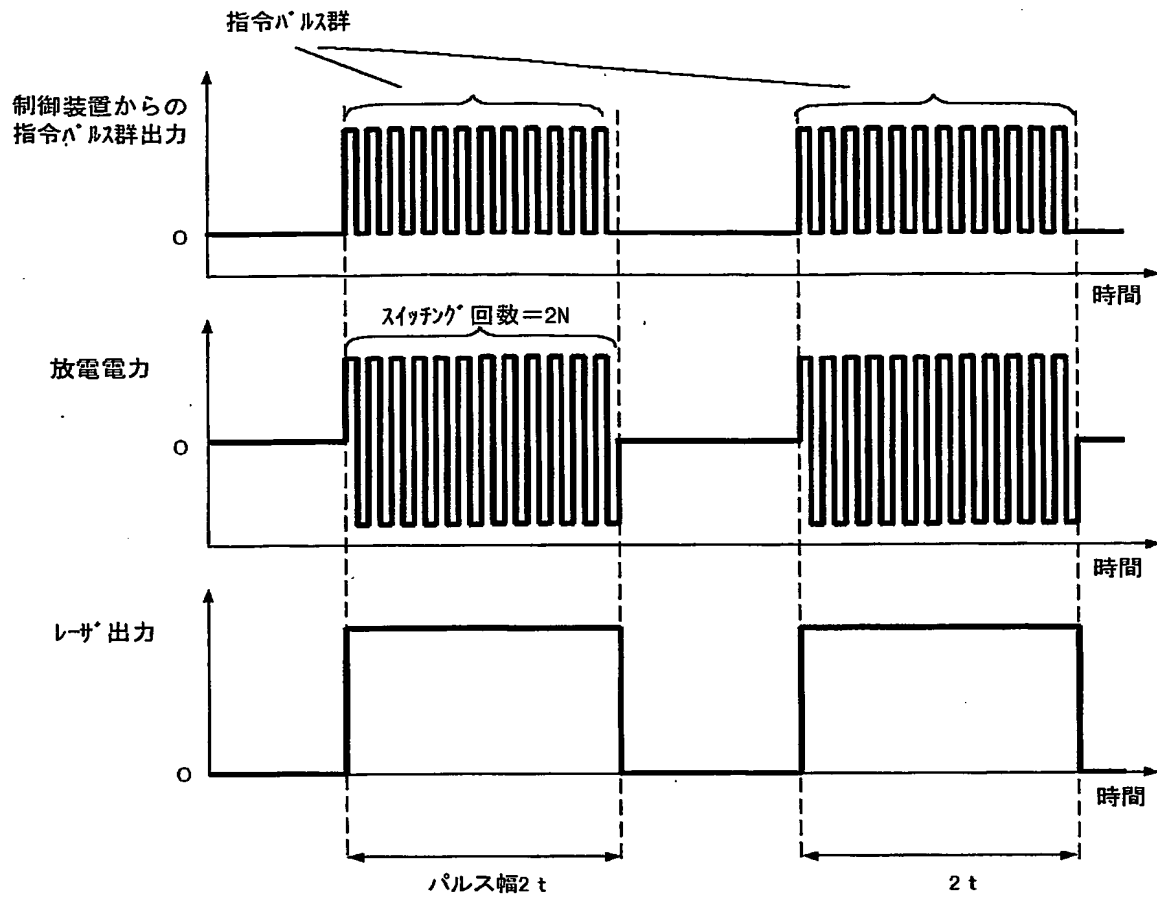
【図11】

制御パラメータ設定例

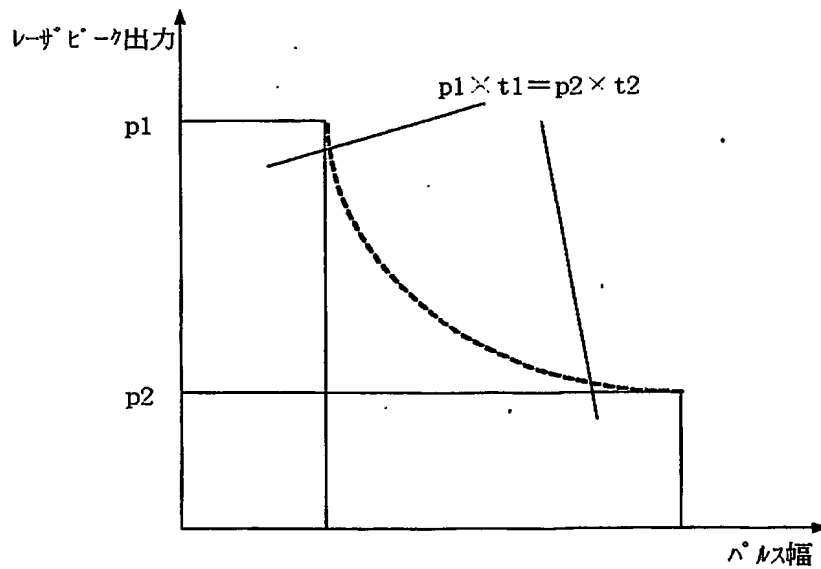
| | ピーク出力 | 繰り返しパルス周波数 | パルス幅 |
|-----|-------|------------|------|
| 条件1 | p1 | f | t1 |
| 条件2 | p2 | f | t2 |



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 パルスレーザ発振をおこなうレーザ加工機において、スイッチング回数の増加による電源装置の発熱を避けつつ安価にパルス幅を大きく変化させることができるレーザ加工装置を提供する。

【解決手段】 レーザパルス出力を制御するための制御パラメータ設定に応じて指令パルス群を出力する制御手段と、この指令パルス群を入力し、予め設定された設定値に基づき該指令パルス群のパルスを間引く間引き回路と、この指令パルス群に応じて負荷に供給するパルス電力を発生させる電源手段と、この電源手段より供給されたパルス電力により発生した放電によって、放電空間に満たされたレーザ媒体を励起させてレーザ光を発振させる発振器手段と、を備えた。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 1 7 3 6 7 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 6 0 1 3]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 2 丁目 2 番 3 号

氏 名

三菱電機株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.